2種類の回路でひずみ低域の音質効果をテスト

# 小型送信管 3D21プラス・ドライブPP アンプの製作

## ●グリッド電流合成の効果は(?)

■藤井秀夫■

先月の油冷送信管アンプ，浮かれてばかりは問題かと，冒頭に「祭に見えてもほんとうはまじめな……」と前口上を入れたのですが，印刷されたものを見れば『夏祭り風アンプ第2弾』となっていました．それなら第3弾がないと寂しいと，新しい送信管アンプを計画し始めました．でもPPアンプを目論んだので，さすがに連続してはしんどく，今月はもっと小型の通信管による宵祭りです．

その間に季節は移って樹木が山のふもとまで色づき始めているので，本番は秋の豊作祭りということになりましょうか．

3D21という球は，5球スーパーのST管ほどの小柄な体のくせに，プレート損失40Wを誇る不思議な力持ち管です．負バイアス動作もやすやすとこなすふつうのビーム管なのですが，第1グリッドの損失も規定されていて，正規に正励振が保証された通信用パワー管です．

これをPPで働かせ，せっかく保証された能力は存分に生かして正ドライブしました．グリッド電流合成も施します．モノーラル構成のものを2台作り，1台は従来どおりのグリッド電流合成ですが，あとの1台は新しい手法によっています．

理由は音質への配慮です．というのは，RCAの業務用のプリ～メイン・アンプのシャーシと電源トランス，そして出力トランスを流用して作ったところ，この出力トランスが少なくともノンNFBの多極管ではキラキラシャンシャンした音を出し，最近の高いインダクタンスの出力トランスに慣れた耳には妙な音に聴こえたせいです．

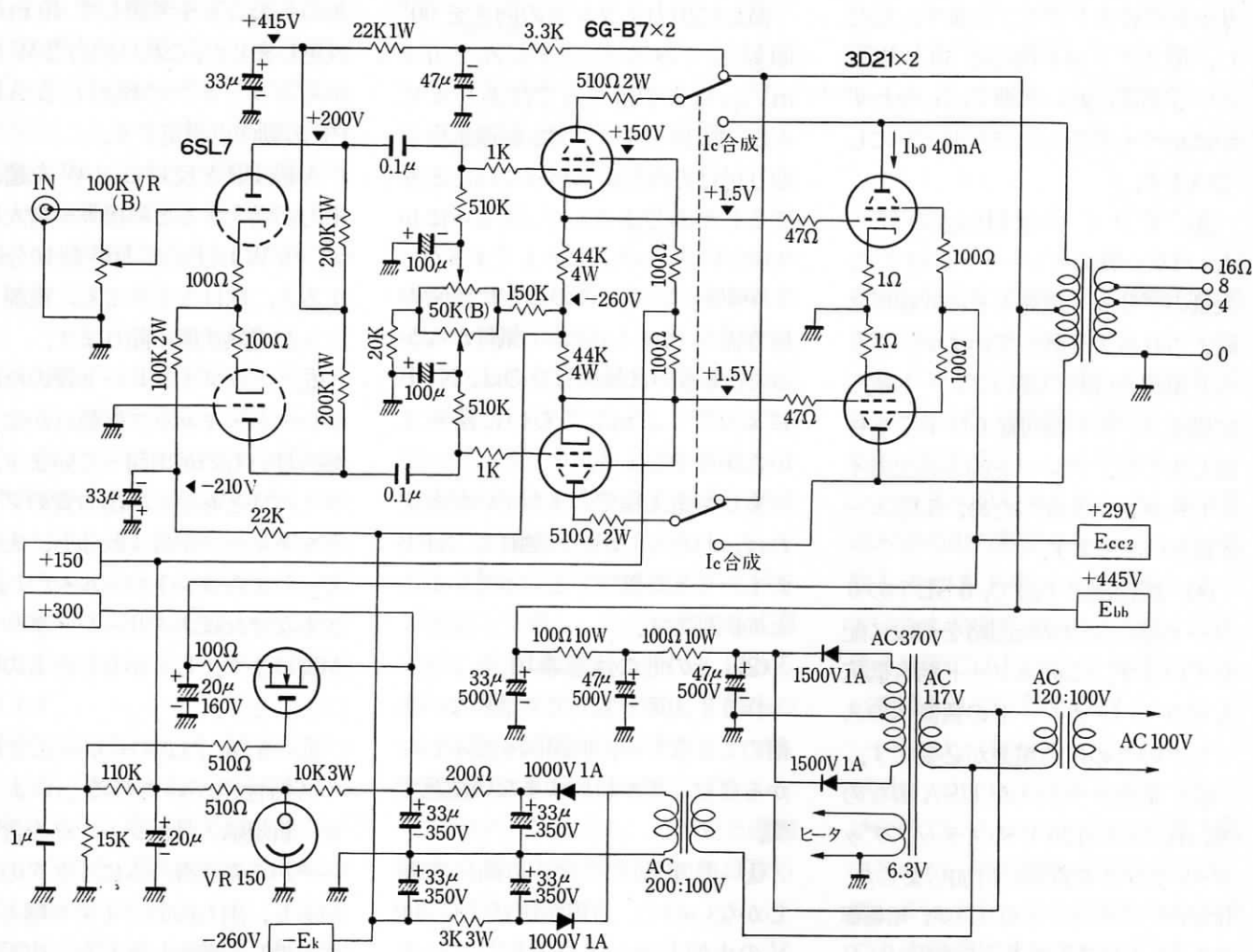
今月は話のテーマを音質とひずみ率との関係に向けます．ひずみ率の大小が音にどう作用するか，このHiなトランス(HiFiのHiでなく，ハイな気分のHi)を通じてある程度の認識に達し，この認識はRCAのOPT以外にも通用する，という感触を得ました．

## 1. 役者の紹介

今月は，あえて技巧をこらしてひずみ低減を画ることが音質にどういう効果，もしくは弊害をもたらすかという点に関心を置くので，回路の説明とかは次節に簡単に個条書き式で行います．ただし，3D21という通信用ビーム管とRCAのOPTだけには紹介のペンを取っておきます．

### (1) 信じ難い小型の高出力管3D21

プレート損失40Wという高出力を謳うのにひかれて，球屋さんにペアで売っていたのを求めたものですが，箱から出してみればびっくりするような小ぶりのトップ・プレートST管でした．ラジオ球の6D6なみの形状です．$P_p$ 25Wの807あたりと較べてガラス外形はずっと小さく，プレート板の大きさも大差ありません．ただし電極の造りは重厚で，外観もパワーがこってりつめ込まれている印象を与え，かつ洗練されています．

$P_p$ 40Wはうそではなかろうという雰囲気をたたえているので，信用することにしました．規格は第1表のとおりです．低圧のスクリー

〈第1図〉 RCA の OPT を生かした小型送信管 3 D 21 PP アンプの回路図

前口上にもうひとつ加えておきます．最新の非常に広帯域で位相乱れのない出力トランスは，NFB を大量に掛けるためだけでなく，無帰還でも素直な音を出すために使うべきであり，それが自然な生かしかたではないでしょうか．5 極管，ビーム極管の電流出力アンプになら，それこそいちばんの生かしかたでしょう．3 極管アンプでなら，もしかして old・OPT に負けないとも限りません．

## 2．3 D 21・PP アンプの製作——左チャネル編

3 極管や 4 極管の正ドライブで 2 カ月続けてシングル・アンプを作りました．こんどは PP アンプに挑みます．グリッド電流合成によるひずみ低減も試みます．

PP アンプへのグリッド電流合成は新奇なものでなく，むしろこの手法がもっとも活躍する領分であり，スーパー 5 結アンプ($G_2$ 電流合成) とか，3 極管へのスーパーリニア・ドライブ($G_1$ 電流合成) とかの勇しい呼び名で，10 年前に幾台も作っています．ただし，これらはすべて A 級 PP アンプです．今月は初めて AB 級 PP アンプに試みます．この問題についての一般的考察は次節に回してあります．

ステレオの 1 台目は，まずは 3 D 21 という球や RCA の OPT となじみになるために，前作，前々作とほぼ同様の回路でペアを組んで，PP アンプに仕上げます．3 D 21 に精通したあと，OPT のキラキラ音を緩和する工夫を加えた新しいグリッド電流合成手法によって，2 台目を作ることにします．

なお，この 1 台目は最後にサンスイ製 OPT に替えて高音を柔らげましたが，製作記は(音質評価を含めて) RCA の OPT のものです．

### (1) 6 SL 7—6 GB 7—3 D 21 PP アンプの骨子

いきなりですが，左チャネルのモノーラル・アンプの全回路図を第 1 図に示します．骨子を個条書で説明しておきます．

① B 電源電圧 450 V，PP 間負荷 7 kΩ で，フル・スイングすれば 30 W ほどの出力が採れる電力設計です．

② 出力管は第 2 グリッドを固定する 5 結（ビーム結）で使い，第 1 グ

D.F. 0.27と，厳格な目からは電流出力アンプとみなされないかも知れませんが，世のNFBアンプ，ホロワ出力アンプ，3極管アンプと並べれば，途方もないといってよいほど電圧型出力ではありません．

さて$I_c$合成しても最大出力が10 W強．B電源450 Vで動作させているPPアンプにしてはあまりに小さい出力です．どうやら第2グリッド電圧が不足していて，$G_1$の励振だけではプレート電流が取り出せないと察せられます．やはり，ふつうのビーム管である3D21は，送信3極管や4極管と違って，第1グリッドのパワーだけで動かすのが苦しいようです．

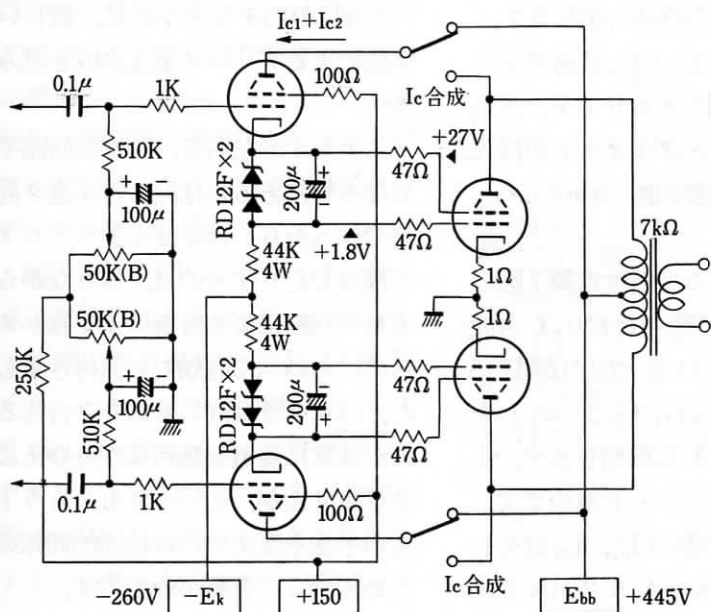
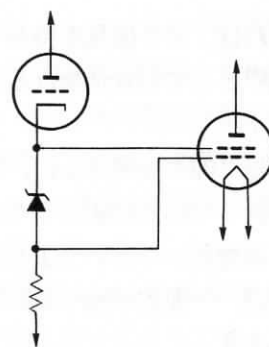
とはいえ，ここ2～3カ月のアンプ製作はパワーを目いっぱい取り出すことを目標にしていないので，ここで音出しすることにしました．

### (3) ひずみ低減は音質にどう作用するか

昔日にはもっぱらOTLアンプを作っていた私が，古い時代の出力トランスを使ったパワー・アンプを鳴らす，ましてそれを無帰還で駆動する音を聴くのは初めてです．最初はそのキラキラする音色に耳が慣れず，OPTの鉄芯が震えているように感じたものです．実際にOPTの裏に1 mm厚の両面接着テープを3枚重ねで張りつけ，防震ゴム・ワッシャをかまして取りつける工夫もしてみました．そして，ほんとうに若干マシになりました．でも，基調は変りません．残留出力ノイズが$1.0\,mV_{rms}$に増加するので，痛しかゆしです．

エージング不足かと，2日間ほど鳴らし続けるうちに，耳が慣れたのか，エージングが進んだせいか，このキラキラシャンシャン音にも愛嬌を覚えるようになりました．

さて，グリッド電流合成の音質的効果なのですが，旧式鉄芯にようやくなじんだ耳には，ひずみが半減すると音の響き・輝きが引っ込み，20%ほども音響が減退して聴こえます．音が小じんまりとおとなしくなるだけで，よいところは何もないように感じます．しかし，このアンプはPPアンプですから，発生しているひずみは第3次ひずみが主のはずです．シングル・アンプの2次ひずみならともかく，3次ひずみが“響き”や“輝き”とは，あまりに奇怪です．

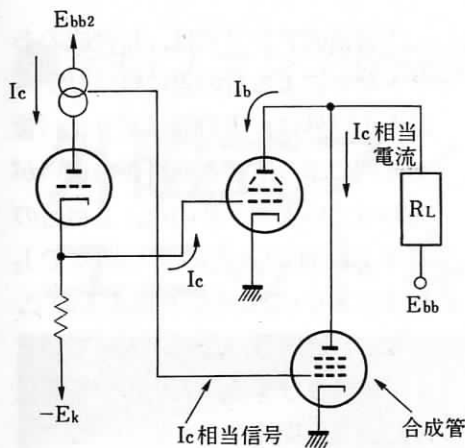
これは$I_c$合成に際して行うドライバ管の出力への並列効果が，出力

〈第6図〉$G_2$同時ドライブ回路と$I_{c1}+I_{c2}$合成

〈第5図〉『MJ』誌に発表された征矢氏による$G_1G_2$同時ドライブ

音から華や綾を奪っているせいだと推察しました．それでドライバまわりの品質向上に乗り出しました．正負電源ライン，とりわけ$G_2$電源ラインのデカップリングを出力段なみに厳重にしました．

管をたっぷりエージングし，カソード抵抗を酸金からカーボン皮膜に替えました（容量が2Wしかないので2本直列．並列は好ましくないと聞いている）．

やるごとに少しづつ様子が変ります．$I_c$合成あり・なしを交互に切り換えて相対比較する中で，合成なしの響きや輝きと感じたものに“きつさ”やときにとげとげしさを覚えるようになりました．逆に合成ありのおとなしさが流麗さを，ついで飛翔感を帯び始めました．

これが気のせいでないことは，音の変化が$I_c$合成を行った場合だけに現われることからわかります．合成をやらないときには，カソード・ホロワ管のカソード抵抗の品種は音質に影響しません．

とはいえ，曲次第，楽器次第，もっといえば曲の小節次第，フレーズ次第という側面もあります．ひずみの少なさは端正という言葉が当てはまると思いますが，これをつまらないと感じる楽器もあれば，“清澄”からさらに進んで“麗わしい，爽やか”と感じる曲もあります．ひずみの多い音を嫌やみとはっきり感覚するこ

◀〈第8図〉
合成管を加えて $I_c$ 相当信号を入力する方法

RCAの旧式OPTの音にいささかなじみになったとはいえ，やはり高音のキラキラ感には違和感を覚えます．ドライバ管からのグリッド電流合成も，この音の基調を変えることまでしてくれません．

そこで，ひずみ打消し専用の電流合成管を出力管3D21に並列に加える方法を試しました．ドライバ管から $I_c$ を直接に合成するのでなく，**第8図**のようにドライバ管のプレートから信号を採り出して，これを合成管に加える方法です．

### (1) 小型トランスで $I_c$ 信号をとり出し合成管へ入力

信号の採り出しをトランジスタのカレント・ミラーで行う手法は過去に幾度も試みました．今回は小型のライン・トランスで実行してみます．合理的な推量があったわけでないのですが，こうすればなぜキラキラ音が総和されるのか，少なくとも合成管の品種選択の幅が広がります．何でも試してみようという野放図は，アマチュアの特権です．

回路は**第9図**のとおりです．出力点に並列に加える合成管は，プレート耐電圧さえ高ければ $P_p$ 10数Wくらいの小さいもので構わないのですが，そんなオーディオ管は見つかりません．かといって，ひずみ補正管の分際で3D21より大きな顔をするのも考えものなので，容姿と，それに3千円なにがしの3D21に釣合う価格の低さも考慮して捜しました．

ただし小さいな $I_{bo}$ で動作させなければならないので，6G-B7のようなカットオフ近傍の非直線性のきつい超高 $g_m$ 管は避けなければなりません．

ドライバ管は直接に出力合成する役目から解かれるので，3極管が使えます．双3極パワー管6BX7を採用しました．この両プレートに1次側，2次側とも平衡巻線を持つ600Ω：600Ωの小型ライン・トランス(タムラTD1)をPPの要領で挿入し，2次側から対グラウンドの平衡信号を採り出します．

6BX7のプレートには $I_c$ が逆相で現われるので，トランスで反転させて，補助合成管のグリッドに入力します．20kHzまでの音声帯域を通すには，トランスの平衡巻線片側に入れられる抵抗値は330Ωまでです．トランスの電力負担を軽減するために，これは1次側(ドライバ管プレート)に電流検出抵抗の形で加えます．

合成管の $I_{bo}$ はできれば10mA以下に抑えたいところです．しかし $g_m$ を一定以上確保する上で，過度の制限もできません．管種との兼ね合いです．

### (2) 補助合成管EL34でキラキラが柔らぐ

最初は6L6GCで試しました．ご存じのとおり $P_p$ の割に外形は小じんまりとし，最も安価なパワー管のひとつです．でも音質は変わりませんでした(球の質がよいことを意味するのかどうかわかりません)．

つぎにEL34を差しました．背が高くとも細身なので，やはり3D21に代って主役づらをしません．音が変りました．金属的な高音がずいぶ

〈第9図〉並列合成管式 $I_c$ 合成回路の出力段回路

んと柔らぎました.

この緩和は，$I_c$信号入力部をショートして$I_c$合成を絶っても果されます．2管並列効果が出力インピーダンスが下がったせいかと思いましたが，アンプ全体のそれを測ると36Ωあり，D.F.は0.22です．1台目の合成ありよりも，ダンピングされない電流出力アンプでした．管そのものの音質的特性がもたらしている気配です.

$I_{c1}$電流がそのまま合成されるのと量的に匹敵する補正（等量合成）のためには，$I_{bo}$を14mA流す必要がありました．これでひずみ率のほぼ半減を見ることができました.

ひずみ率に着目するなら，最適状態はもっと上にあります（増強合成．$I_c$の1.5～2倍相当にひずみが最小点のあることが多い）．6BX7プレートの電流検出抵抗を330Ωから倍増したいところですが，それでは10kHz以上がトランスを通りません．$g_m$を上げるために$I_{bo}$を増す手は，電源トランスの容量限界を犯します．ここらで落着とせざるを得ません.

### (3) $I_c$合成で最大出力4倍増，ひずみは半減

合成管の入力をショートし，$I_c$合成なしで測った出力ひずみ率特性は**第10図**破線のとおりでした．ひずみ率は1台目と変らないのですが，出力が6Wで頭打ちになります．怪しい事態ですが，合成管の並列が出力を制限しているとは考えにくく，2台目の3D21が27Vという低い$E_{c2}$では，プレート電流を十分に流せないのだろうと思います.

そしてEL34に$I_{c1}$信号を入力して出力合成してやると，実線のとおり，なんと最大出力が25Wと4倍に増大しました.

……！？　おいおい出力はほとんど合成管から出てEL34PPアンプになっているのではないか，と思ってしまいますが，そうではありません．出力6Wの際の$I_b$の半波ピークは60mAで，$I_{c1}$のそれは9mAに過ぎません．出力部で測っても，EL34からの合成電流は6Wで17%，1～3Wでは11%に過ぎません．ただし6Wを超えると，$I_b$が頭打ちになっても$I_{c1}$はまだどんどん流れる，というわけです.

最大25Wのときの$I_{c1}$のピーク電流は50mAでした．まだ$G_1$の定格損失以内です．これが合成されるだけでは25Wに足りませんが，EL34の非線形（入力が大きいほど$g_m$が大きくなる）のために，もっと大きな補正電流（比例より20%増くらいか）が合成されているのでしょう．結果として25Wでは50%だけEL34PPアンプです.

$I_c$合成後のひずみ率は半減というところで，1台目と大差ありませんでした.

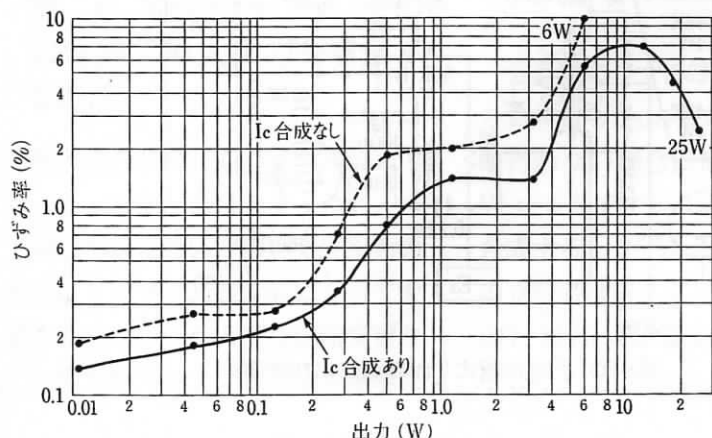
### (4) ひずみ低減によって明晰さが増し，かつ飛翔感もあり

1台目のアンプでは，$I_c$合成のあり・なしによる音の差には，ひずみの大小以外に，出力端にドライバ管が並列にぶら下がるか否かの違いが加わっています．その点，2台目の方はEL34の入力の入り切りで$I_c$合成のあり・なしを切り換えるので，もとから合成管が並列に入っています．純粋にひずみの大小差が音質に現われると期待できます.

それで音質はどうか……．差はやや小さくて，音量差を感じさせるほどでなくなりましたが，$I_c$合成によってやはり澄んだ感じと爽かさが加わり，このあたりは同様です．それだけでなく，透明感と明晰さを帯びると感じます．“低ひずみ”という言葉に期待する印象に近いといえるでしょう.

だから時折響きが物足りないだけでなく，少し固いとも感じますが，ピアノやヴァイオリンのソロを聴く限り，小さな相異の中に確かに“飛翔感”の加味を覚えます．ひずみ低減に有意義の評価を与えたいと思いました.

もう一度念を押しますが，台風が近づけば聴こえなくなってしまうこの飛翔感をうるために，20%ほどの電力を補うひずみ打消し回路に，出力段と同じだけの気使いと手間を掛ける必要があります．補正管EL34も十二分なエージングをすませたものを使っています.

また今回の実験は，PPの第3次ひずみについてのものであり，2次ひずみはまた話が別であろうと予想されます．1WでTHD1%という，耳につきやすいしきい値を境にした増減であること，相互負荷にした増減であること，相互負荷になりにくい高出力インピーダンスの補正管を使った手法であることにも留意ください.

〈第10図〉第9図のアンプ（右ch）のひずみ率特性